

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    7 月 2 2 日  
Date of Application:

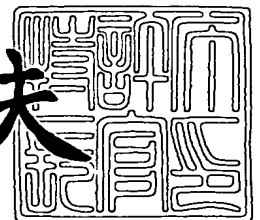
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 2 7 7 6 2 6  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 2 7 7 6 2 6 ]

出      願      人                      独立行政法人通信総合研究所  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月    1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 0 9 3 2

【書類名】 特許願  
【整理番号】 CRL006  
【特記事項】 特許法第 3 0 条第 1 項の規定の適用を受けようとする特許出願  
【提出日】 平成15年 7月22日  
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿  
【国際特許分類】 G06F 17/60  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都小金井市貫井北町 4 - 2 - 1 独立行政法人通信総合研究所内  
    【氏名】 望月 章志  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都小金井市貫井北町 4 - 2 - 1 独立行政法人通信総合研究所内  
    【氏名】 渡辺 聡一  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都小金井市貫井北町 4 - 2 - 1 独立行政法人通信総合研究所内  
    【氏名】 山中 幸雄  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都小金井市貫井北町 4 - 2 - 1 独立行政法人通信総合研究所内  
    【氏名】 多氣 昌生  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都文京区春日 1 - 1 3 - 2 7 中央大学理工学部後楽園キャンパス内  
    【氏名】 白井 宏  
【特許出願人】  
    【識別番号】 301022471  
    【氏名又は名称】 独立行政法人通信総合研究所  
【代理人】  
    【識別番号】 100090620  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 工藤 宣幸  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

生体が該当する散乱体を格子状に分割し、各格子での比誘電率及び導電率を規定した散乱体モデルデータや、電磁放射波源を単位長さのセグメントに分割した電磁放射波源モデルデータや、両者の位置関係のデータや、電磁放射波源を含むM o Mの適用領域を規定するデータや、散乱体及びM o Mの適用領域を含む散乱界型F D T D法の適用領域を規定するデータを少なくとも含むモデルデータ記憶手段と、

上記電磁放射波源への給電電圧による、上記電磁放射波源上の電流分布をM o Mによって求める第1のM o M処理手段と、

求められた電磁放射波源上の電流分布を用い、上記電磁放射波源から散乱体内の各格子に入射される入射電磁界を求めるM o M/F D T D結合手段と、

求められた入射電磁界から、上記散乱体からの散乱電磁界を、散乱界型F D T D法によって求めるF D T D法処理手段と、

得られた散乱電磁界から、上記電磁放射波源を構成する各セグメントに誘導される起電力を求めるF D T D/M o M結合手段と、

上記電磁放射波源への給電電圧及び各セグメントの誘導起電力による、上記電磁放射波源上の電流分布をM o Mによって求める第2のM o M処理手段と、

上記M o M/F D T D結合手段、上記F D T D法処理手段、上記F D T D/M o M結合手段、及び、上記第2のM o M処理手段の処理を、演算結果が収束するまで実行させる繰り返し制御手段と

を有することを特徴とする生体電磁環境推定装置。

**【請求項 2】**

上記繰り返し制御手段が、演算結果が収束したと判定したときに、そのときの散乱電磁界などの演算結果から、電波防護指針値を演算する電波防護指針値演算手段をさらに有することを特徴とする請求項1に記載の生体電磁環境推定装置。

**【請求項 3】**

生体が該当する散乱体を格子状に分割し、各格子での比誘電率及び導電率を規定した散乱体モデルデータや、電磁放射波源を単位長さのセグメントに分割した電磁放射波源モデルデータや、両者の位置関係のデータや、電磁放射波源を含むM o Mの適用領域を規定するデータや、散乱体及びM o Mの適用領域を含む散乱界型F D T D法の適用領域を規定するデータを少なくとも含むモデルデータを予め記憶しておくと共に、

上記電磁放射波源への給電電圧による、上記電磁放射波源上の電流分布をM o Mによって求める第1のM o M処理工程と、

求められた電磁放射波源上の電流分布を用い、上記電磁放射波源から散乱体内の各格子に入射される入射電磁界を求めるM o M/F D T D結合工程と、

求められた入射電磁界から、上記散乱体からの散乱電磁界を、散乱界型F D T D法によって求めるF D T D法処理工程と、

得られた散乱電磁界から、上記電磁放射波源を構成する各セグメントに誘導される起電力を求めるF D T D/M o M結合工程と、

上記電磁放射波源への給電電圧及び各セグメントの誘導起電力による、上記電磁放射波源上の電流分布をM o Mによって求める第2のM o M処理工程と、

上記M o M/F D T D結合工程、上記F D T D法処理工程、上記F D T D/M o M結合工程、及び、上記第2のM o M処理工程の処理を、演算結果が収束するまで実行させる繰り返し制御工程と

を有することを特徴とする生体電磁環境推定方法。

**【請求項 4】**

上記繰り返し制御工程が、演算結果が収束したと判定したときに、そのときの散乱電磁界などの演算結果から、電波防護指針値を演算する電波防護指針値演算工程をさらに有することを特徴とする請求項3に記載の生体電磁環境推定方法。

**【請求項 5】**

請求項 3 又は請求項 4 に記載の生体電磁環境推定方法の各データ及び各工程を、コンピュータが実行可能なコードで記述したことを特徴とする生体電磁環境推定プログラム。

**【書類名】 明細書**

**【発明の名称】** 生体電磁環境推定装置、生体電磁環境推定方法及び生体電磁環境推定プログラム

**【技術分野】****【0001】**

本発明は、生体電磁環境推定装置、生体電磁環境推定方法及び生体電磁環境推定プログラムに関し、例えば、携帯電話の使用時における、電波防護指針値である人体内の比吸収率（SAR）のシミュレートに適用し得るものである。

**【背景技術】****【0002】**

携帯電話の使用時における人体内の比吸収率の解析方法として、従来、時間領域のFDTD（Finite-Difference Time-Domain）法がある。また、アンテナ部分をより高精度にモデル化及び解析を行うために、周波数領域のMoM（Method of Moments）と、時間領域のFDTD法を組み合わせた混成法が、近年になり研究されている（非特許文献1参照）。

**【非特許文献1】** Mohab A. Mangoud and Raed A. Abd-Alhameed and Peter S. Excell, "Simulation of Human Interface with Mobile Telephones Using Hybrid Techniques Over Coupled Domains", IEEE Trans. Microwave Theory Tech., Vol.48, no.11, pp.2014-2021, 2000 従来の混成法では、電磁波放射波源（例えば、携帯電話のアンテナ）には周波数領域のMoMを、生体組織などの散乱体には時間領域FDTD法を適用したモデルを前提としていた。

**【0003】**

そして、MoMにより得られる電磁放射波源上の電流分布と、FDTD法により得られる散乱体内部の電磁界分布を、交互に繰り返し演算することにより、電磁放射波源上の電流分布及び散乱体内部の電磁界分布を収束させ、散乱体内（人体内）における電界分布からSAR分布などを求めている。ここで、電磁放射波源を含むMoMで計算する領域と散乱体を含むFDTD法で計算する領域の接続は、各領域の境界に相当する仮想的な閉曲面上の等価電磁流を想定することで行っていた。

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、仮想的な閉曲面上の等価電磁流を導入した場合には、上述した繰り返し演算において求めるパラメータの算出にかかる計算ステップ（プログラム）が長大であり、演算量も多い。SAR分布などを求めるまでの時間が長くなるか、又は、処理能力の高い情報処理装置などを使用しなければならない。今後、携帯電話などの無線携帯端末がより複雑、高度化すると、パラメータ数や演算量が多いことは大きな負担である。

**【0005】**

また、仮想的な閉曲面を介して、電磁放射波源を含むMoMで計算する領域と散乱体を含むFDTD法で計算する領域の接続を行っていたため、電磁波放射波源と散乱体との距離が短い場合に、解析結果が得られない場合も生じていた。例えば、携帯電話を耳に接して使用している場合や、携帯電話を手で把持している場合などにおいて、耳や手の表面などの近距離の箇所では解析結果が得られない場合も生じていた。

**【0006】**

そのため、電磁放射波源と散乱体との距離によらずに生体電磁環境を推定できる、しかも、演算が容易な生体電磁環境推定装置、方法及びプログラムが望まれていた。

**【課題を解決するための手段】****【0007】**

かかる課題を解決するため、第1の本発明の生体電磁環境推定装置は、（1）生体が該当する散乱体を格子状に分割し、各格子での比誘電率及び導電率を規定した散乱体モデルデータや、電磁放射波源を単位長さのセグメントに分割した電磁放射波源モデルデータや

、両者の位置関係のデータや、電磁放射波源を含むM o Mの適用領域を規定するデータや、散乱体及びM o Mの適用領域を含む散乱界型F D T D法の適用領域を規定するデータを少なくとも含むモデルデータ記憶手段と、(2) 上記電磁放射波源への給電電圧による、上記電磁放射波源上の電流分布をM o Mによって求める第1のM o M処理手段と、(3) 求められた電磁放射波源上の電流分布を用い、上記電磁放射波源から散乱体内の各格子に入射される入射電磁界を求めるM o M/F D T D結合手段と、(4) 求められた入射電磁界から、上記散乱体からの散乱電磁界を、散乱界型F D T D法によって求めるF D T D法処理手段と、(5) 得られた散乱電磁界から、上記電磁放射波源を構成する各セグメントに誘導される起電力を求めるF D T D/M o M結合手段と、(6) 上記電磁放射波源への給電電圧及び各セグメントの誘導起電力による、上記電磁放射波源上の電流分布をM o Mによって求める第2のM o M処理手段と、(7) 上記M o M/F D T D結合手段、上記F D T D法処理手段、上記F D T D/M o M結合手段、及び、上記第2のM o M処理手段の処理を、演算結果が収束するまで実行させる繰り返し制御手段とを有することを特徴とする。

#### 【0008】

第2の本発明の生体電磁環境推定方法は、(1) 生体が該当する散乱体を格子状に分割し、各格子での比誘電率及び導電率を規定した散乱体モデルデータや、電磁放射波源を単位長さのセグメントに分割した電磁放射波源モデルデータや、両者の位置関係のデータや、電磁放射波源を含むM o Mの適用領域を規定するデータや、散乱体及びM o Mの適用領域を含む散乱界型F D T D法の適用領域を規定するデータを少なくとも含むモデルデータを予め記憶しておくと共に、(2) 上記電磁放射波源への給電電圧による、上記電磁放射波源上の電流分布をM o Mによって求める第1のM o M処理工程と、(3) 求められた電磁放射波源上の電流分布を用い、上記電磁放射波源から散乱体内の各格子に入射される入射電磁界を求めるM o M/F D T D結合工程と、(4) 求められた入射電磁界から、上記散乱体からの散乱電磁界を、散乱界型F D T D法によって求めるF D T D法処理工程と、(5) 得られた散乱電磁界から、上記電磁放射波源を構成する各セグメントに誘導される起電力を求めるF D T D/M o M結合工程と、(6) 上記電磁放射波源への給電電圧及び各セグメントの誘導起電力による、上記電磁放射波源上の電流分布をM o Mによって求める第2のM o M処理工程と、(7) 上記M o M/F D T D結合工程、上記F D T D法処理工程、上記F D T D/M o M結合工程、及び、上記第2のM o M処理工程の処理を、演算結果が収束するまで実行させる繰り返し制御工程とを有することを特徴とする。

#### 【0009】

第3の本発明の生体電磁環境推定プログラムは、第2の本発明の生体電磁環境推定方法の各データ及び各工程を、コンピュータが実行可能なコードで記述したことを特徴とする。

#### 【発明の効果】

#### 【0010】

以上のように、本発明によれば、電磁放射波源と散乱体との距離によらずに生体電磁環境を推定できる、しかも、演算が容易な生体電磁環境推定装置、方法及びプログラムを提供できる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0011】

以下、本発明による生体電磁環境推定装置、生体電磁環境推定方法及び生体電磁環境推定プログラムの好適な実施例を図面を参照しながら詳述する。

#### 【実施例1】

#### 【0012】

図1は、第1の実施例における生体電磁環境推定プログラムPのファイル構成を示す説明図である。この生体電磁環境推定プログラムPが、パソコンなどの情報処理装置Dにインストールされて、第1の実施例の生体電磁環境推定装置が構成される。

#### 【0013】

なお、生体電磁環境推定プログラム P は、複数の部分に分割され、異なる情報処理装置に搭載され、それら情報処理装置間でデータを授受するようにして、生体電磁環境推定装置を構成しても良い。生体電磁環境推定プログラム P のインストール方法は、記録媒体からの取り出しによってでも良く、また、他の装置からのダウンロードによってでも良い。

#### 【0014】

図 1 において、第 1 の実施例における生体電磁環境推定プログラム P は、モデルデータ P 1 と、M o M 処理ルーチン P 2 と、M o M / F D T D 結合ルーチン P 3 と、F D T D 法処理ルーチン P 4 と、F D T D / M o M 結合ルーチン P 5 と、繰り返し制御ルーチン P 6 と、出力値演算ルーチン P 7 とでなる。

#### 【0015】

なお、生体電磁環境推定プログラム P は、モデルデータ P 1 のみを差し替え可能なように構成されていることが好ましい。すなわち、モデルデータ P 1 の変更や後入力（記録媒体からの読み取りやダウンロードなどによる）に対応できるように構成されていることが好ましい。

#### 【0016】

また、各処理ルーチン P 2、…、P 7 は、情報処理装置にインストールされ、CPU が実行可能となったときは、その機能の実行手段となる。

#### 【0017】

モデルデータ P 1 は、電磁放射波源モデルデータ P 1 1 と、散乱体モデルデータ P 1 2 と、領域モデルデータ P 1 3 などからなっている。

#### 【0018】

電磁放射波源モデルデータ P 1 1 は、例えば、アンテナなどの電磁放射波源の形状やその給電点などを規定するデータである。電磁放射波源が、例えば、ダイポールアンテナであれば、電磁放射波源モデルデータ P 1 1 は、それを所定の単位長さのセグメントに分割した各セグメントの位置データや、アンテナ径（又はアンテナ半径）のデータや、給電点の位置のデータや、給電点への励振入力（周波数や振幅や電力など）などでなる。

#### 【0019】

散乱体モデルデータ P 1 2 は、例えば、人体の頭部などの電磁放射波源からの電磁波の影響を解析したい散乱体を規定するデータである。散乱体が、例えば、人体の頭部であれば、散乱体モデルデータ P 1 2 は、例えば、頭部形状を  $2 \times 2 \times 2$  [mm] の大きさごとに分割した、各ボクセル（格子）の位置データや媒質データ（媒質の比誘電率や導電率のデータ）などでなる。

#### 【0020】

なお、電磁放射波源と散乱体との距離は、電磁放射波源モデルデータ P 1 1 で両モデルに共通する座標系で電磁放射波源の位置を規定し、散乱体モデルデータ P 1 2 でも両モデルに共通する座標系で散乱体の位置を規定することを通じて設定しても良い。また、電磁放射波源モデルデータ P 1 1 で電磁放射波源の位置をそのモデルでの座標系で規定すると共に、散乱体モデルデータ P 1 2 で散乱体の位置をそのモデルでの座標系で規定し、これら両座標系の距離を別途規定することにより、電磁放射波源と散乱体との距離を規定するようにしても良い。

#### 【0021】

領域モデルデータ P 1 3 は、解析領域（全体領域）、M o M が適用される領域（以下、M o M 領域と呼ぶ）、F D T D 法を適用される領域（以下、F D T D 領域と呼ぶ）を規定するデータでなる。この第 1 の実施形態の場合、図 2 に示すように、F D T D 領域 R F 内に M o M 領域 R M を設定する。また、F D T D 領域 R F を全体領域 R T と一致させる。さらに、F D T D 領域 R F 内に散乱体 1（のデータ）を存在させ、M o M 領域 R M 内に電磁放射波源 2（のデータ）を設定させる。

#### 【0022】

M o M 処理ルーチン P 2 は、電磁放射波源 2 の給電電圧や後述するような誘導起電力が

ら、電磁放射波源 2 上の電流分布を求めるものである。M o M 処理ルーチン P 2 としては、文献『Numerical Electromagnetics Code, LLNL, 1981』に記載のものを適用できる。なお、電磁放射波源 2 の給電電圧から、電磁放射波源 2 上の電流分布を求める M o M 処理ルーチンと、電磁放射波源 2 の給電電圧及び誘導起電力から、電磁放射波源 2 上の電流分布を求める M o M 処理ルーチンとを別個に用意しておいても良い。

#### 【0023】

M o M / F D T D 結合ルーチン P 3 は、M o M での処理結果（電磁放射波源 2 上の電流分布）を、F D T D 法での入力データ（散乱体 1 への入射電磁界）に変換するものである。

#### 【0024】

F D T D 法処理ルーチン P 4 は、散乱界型 F D T D 法に従い、散乱体 1 への入射電磁界に応じ、散乱体 1 からの定常状態となった散乱電磁界（散乱界）を求めるものである。散乱界型 F D T D 法は、例えば、文献『宇野 亨，「F D T D 法による電磁界及びアンテナ解析」，コロナ社，1998』に記載されている。

#### 【0025】

F D T D / M o M 結合ルーチン P 5 は、F D T D 法での処理結果（散乱界）を、M o M への入力データ（誘導起電力）に変換するものである。

#### 【0026】

繰り返し制御ルーチン P 6 は、M o M 及び F D T D 法による演算を繰り返し実行させると共に、電磁放射波源 2 上の電流分布と、散乱体 1 からの散乱界及び散乱体内部電磁界とが収束したことを確認できたときに、繰り返し演算を終了させるものである。

#### 【0027】

出力値演算ルーチン P 7 は、繰り返し演算が終了したときに、設定された又は既に設定されている出力特性（例えば比吸収率）の値を演算し、ディスプレイやプリンタなどから出力させるものである。

#### 【0028】

次に、以上のようなモデルデータや処理ルーチンによって実行される、第 1 の実施例の生体電磁環境推定方法を、図 3 のフローチャートを参照しながら説明する。なお、図 3 の処理を開始する前に、モデルデータ P 1 の設定は、既になされている。

#### 【0029】

ステップ S 1：まず、M o M 領域 R M の内外において、他の波源や散乱体は存在しないと仮定し、すなわち、自由空間中に置かれていると仮定し、M o M 処理ルーチン P 2 により、給電電圧  $V_{feed}$  によって生起される電磁放射波源 2 上の電流分布 C U R（図 4 参照）を求める。

#### 【0030】

ステップ S 2：次に、M o M / F D T D 結合ルーチン P 3 により、電磁放射波源 2 上の電流分布 C U R を用い、電磁放射波源 2 から F D T D 領域 R F の散乱体 2 内の各格子に入射される電磁界 ( $E^{Isc}$ ,  $H^{Isc}$ ) を求める（図 4 参照）。ここで、上付き添え字 I は入射界を、下付き添え字 S C は散乱体 1 を表している。この際に F D T D 領域 R F に必要な転送すべき情報は、F D T D 領域 R F における入射界 ( $E^{Isc}$ ,  $H^{Isc}$ ) の各ベクトル成分の振幅と位相である。なお、位相を求めるために、予め位相の基準位置を決めておく。

#### 【0031】

ステップ S 3：F D T D 法処理ルーチン P 4 により、ステップ S 2 で得られた入射界 ( $E^{Isc}$ ,  $H^{Isc}$ ) を考慮し、M o M 領域 R M を含む F D T D 領域 R F 内の散乱界の定常状態を計算する（図 5 参照）。この際に、M o M 領域内の電磁放射波源 2 は存在しないこと、すなわち、M o M 領域 R M は自由空間として計算を行う。これにより、M o M 領域 R M 内の電磁放射波源 2 が存在する位置に対応する散乱界 ( $E^{Sso}$ ,  $H^{Sso}$ ) が求められる。ここで、上付き添え字 S は散乱界であることを、下付き添え字 S O は電磁放射波源 2 を表している。



**【0032】**

ステップS4：FDTD/MoM結合ルーチンP5により、ステップS3で得られた散乱界 ( $E^{S_{so}}$ ,  $H^{S_{so}}$ ) から、MoM領域RMにおける電磁放射波源2を構成する各セグメントに誘導される起電力  $V^{S_{so}}$  (セグメント方向成分の電界×セグメント長) の振幅と位相を求める (図5参照)。この際に、MoM領域RMに必要な転送すべき情報は、各セグメントの起電力と位相である。位相は、ステップS2で述べた予め決められている基準位置から見た位相である。

**【0033】**

ステップS5：MoM処理ルーチンP2により、ステップS4で得られた誘導起電力  $V^{S_{so}}$  と、給電電圧  $V_{feed}$  を考慮した電磁放射波源2上に新しく誘導された電流分布 CUR を求める (図6)。但し、この場合も、電磁放射波源2が自由空間中に置かれていると仮定する。

**【0034】**

ステップS6：繰り返し制御ルーチンP6により、ステップS5が終わる毎に、散乱体1の内部電磁界、電磁放射波源2の各セグメントへの散乱界 ( $E^{S_{so}}$ ,  $H^{S_{so}}$ )、電磁放射波源2上の電流分布 CUR が収束したか否かを判定し、いずれか1個のパラメータでも収束していなければ、ステップS2に戻り、全てのパラメータが収束していれば、ステップS7に移行する。ここで、あるパラメータが収束しているか否かは、例えば、前回のパラメータと今回のパラメータの距離 (各パラメータ要素の2乗和) が所定の閾値以下であることを言う。

**【0035】**

ステップS7：出力値演算ルーチンP7により、当該処理の開始前にオペレータによって設定された出力特性の種類 (例えば比吸収率) を取り込んでおき、又は、ステップS6の処理の終了時に、オペレータによって設定された出力特性の種類 (例えば比吸収率) を取り込み (図3は後者の場合を示している)、その出力特性の種類の値を演算し、ディスプレイやプリンタなどから出力させる。

**【0036】**

上記第1の実施例によれば、MoMとFDTD法との構成法を適用するのに際して、MoM領域からFDTD領域への結合は、自由空間中で励振する電磁放射波源から放射される電磁界を入射界とする散乱型FDTD法の導入により実現すると共に、FDTD領域からMoM領域への結合は、散乱型FDTD法により得られる電磁放射波源セグメント上の散乱界から各セグメントに誘導される起電力を求める (セグメント方向成分の電界×セグメント長) ことにより実現するようにしたので、生体電磁環境の定常状態を得る際の繰り返し演算に供するパラメータの算出にかかる計算ステップ (プログラム) の長大化や演算量を抑えることができる。

**【0037】**

このことは、例えば、電磁放射波源におけるセグメント長さや、散乱体の格子の大きさを、従来と同じにした場合には、演算の高速化や、能力が低い情報処理装置の適用化などを達成できることを意味し、逆に、処理結果の精度向上を期して、電磁放射波源におけるセグメント長さや散乱体の格子の大きさを、従来より小さくしても、實際上、十分に演算を実行できることを意味する。

**【0038】**

また、今後、携帯電話などの無線携帯端末がより複雑、高度化しても、電磁放射波源におけるセグメント長さや、散乱体の格子の大きさを小さくして演算できるので、生体電磁環境の推定結果を得ることができる。

**【0039】**

さらに、FDTD領域内にMoM領域を設定しているので、例えば、携帯電話を耳に接して使用している場合や携帯電話を手で把持している場合などのような、電磁放射波源と散乱体との距離が非常に近い場合であっても、生体電磁環境の推定結果を得ることができる。

**【実施例 2】****【0040】**

上記第 1 の実施例の説明においても、変形実施例に言及したが、さらに、以下に例示するような変形実施例を挙げることができる。

**【0041】**

散乱体は、人体の頭部に限定されず、心臓回りなどの他の部位であっても良く、他の生体であっても良い。また、電磁波放射波源は、ダイポールアンテナに限定されず、ループアンテナやヘリカルアンテナなどの他の形状のアンテナであっても良く、さらには、アンテナ機能を意図してはいないが、電磁波を放射するケーブルやプリント配線基板（又はその配線パターン）などであっても良い。

**【0042】**

第 1 の実施例では、収束判定を閾値との比較で行う場合を示したが、繰り返し演算の演算回数（ステップ S 2 ～ S 5 の繰り返し数）が所定回数に達したときに、収束したと判定するようにしても良い。

**【0043】**

また、上記第 1 の実施例では、散乱体及び電磁放射波源はそれぞれ一つのみとして固定のモデルデータを示したが、それぞれ 2 つ以上の複数のモデルデータに対しても、各モデルに対して、解析領域を個別に設定することで適用することができる。その散乱体のモデルデータは、形状やボクセルサイズが異なっても良い。同様に、その電磁放射波源のモデルデータは、形状やセグメント長が異なってもよい。収束は、各領域内における、散乱体内の散乱電磁界や電磁放射波源上の電流分布などのパラメータで判定する。

**【0044】**

上記第 1 の実施例の説明では、各処理がソフトウェアとして用意され、パソコンなどの情報処理装置の CPU が実行するものを示したが、一部又は全ての処理をロジック回路などで構成されたハードウェアで実行するようにしても良い。

**【産業上の利用可能性】****【0045】**

本発明による生体電磁環境推定装置、生体電磁環境推定方法及び生体電磁環境推定プログラムは、携帯電話などの携帯無線端末から放射される電磁波の生体への高精度な曝露量評価に利用可能である。

**【図面の簡単な説明】****【0046】**

【図 1】 第 1 の実施例の生体電磁環境推定プログラムを示す説明図である。

【図 2】 第 1 の実施例の M o M 領域、F D T D 領域、散乱体、電磁放射波源の位置関係の説明図である。

【図 3】 第 1 の実施例の生体電磁環境の推定手順を示すフローチャートである。

【図 4】 第 1 の実施例での M o M 処理、M o M / F D T D 結合処理のイメージを示す説明図である。

【図 5】 第 1 の実施例の F D T D 法処理、F D T D / M o M 結合処理のイメージを示す説明図である。

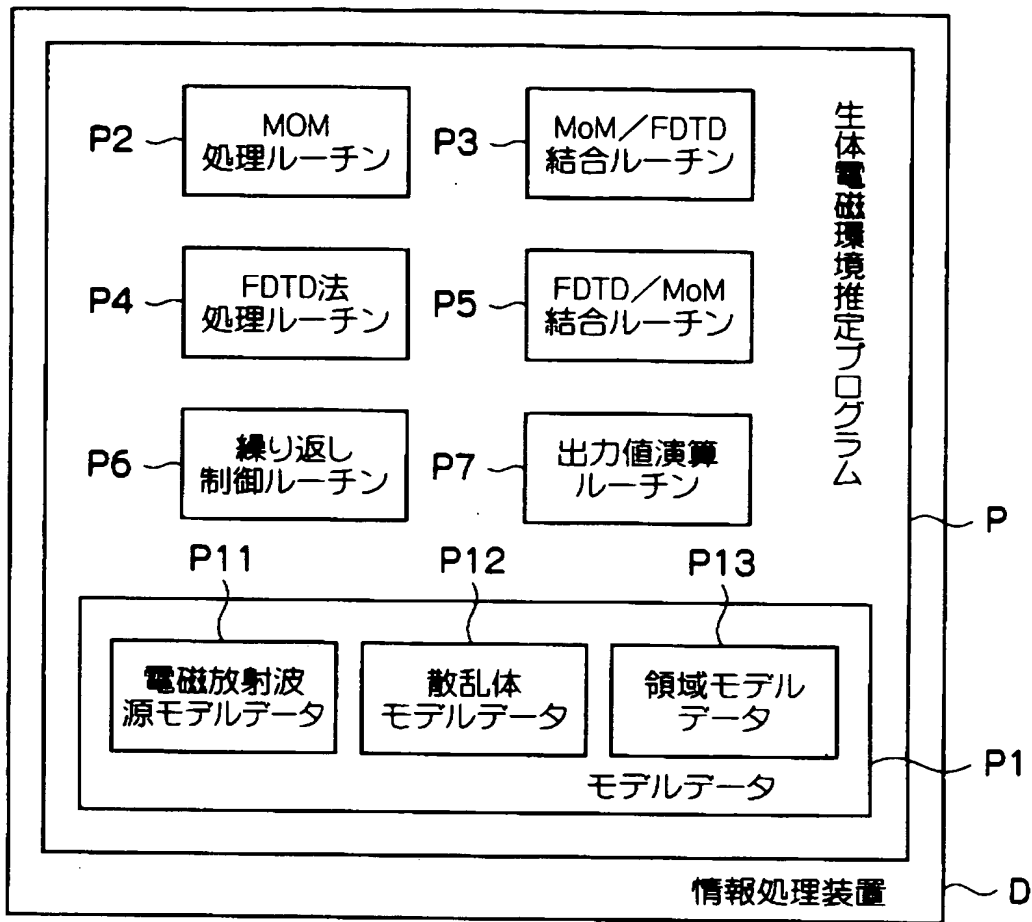
【図 6】 第 1 の実施例の誘起起電力を反映させた M o M 処理のイメージを示す説明図である。

**【符号の説明】****【0047】**

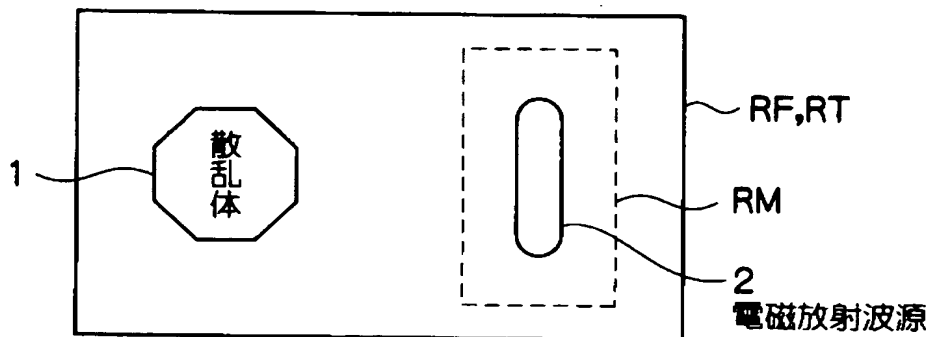
D…情報処理装置、P…生体電磁環境推定プログラム、P 1…モデルデータ、P 2…M o M 処理ルーチン、P 3…M o M / F D T D 結合ルーチン、P 4…F D T D 法処理ルーチン、P 5…F D T D / M o M 結合ルーチン、P 6…繰り返し制御ルーチン、P 7…出力値演算ルーチン、1…散乱体、2…電磁放射波源。

【書類名】 図面

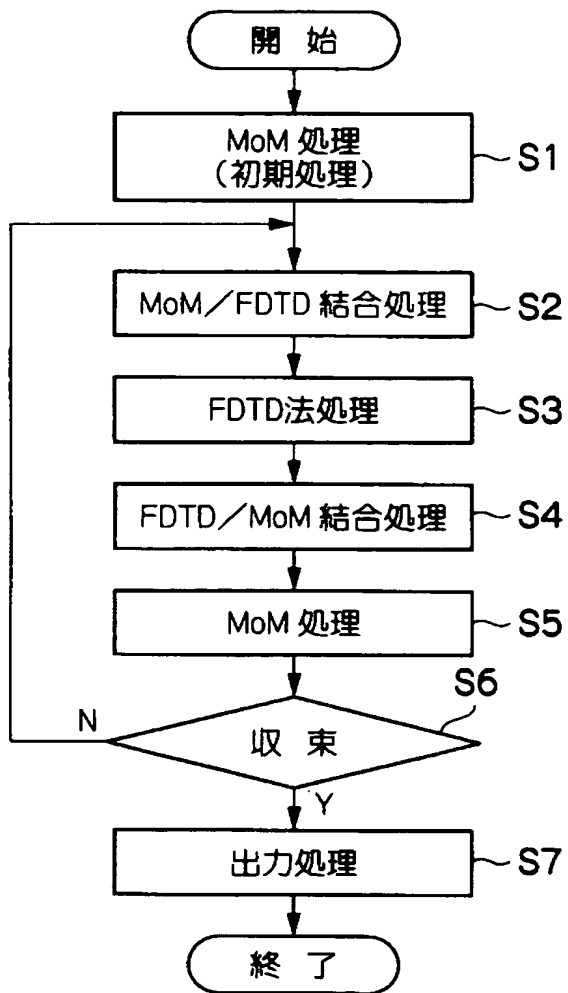
【図 1】



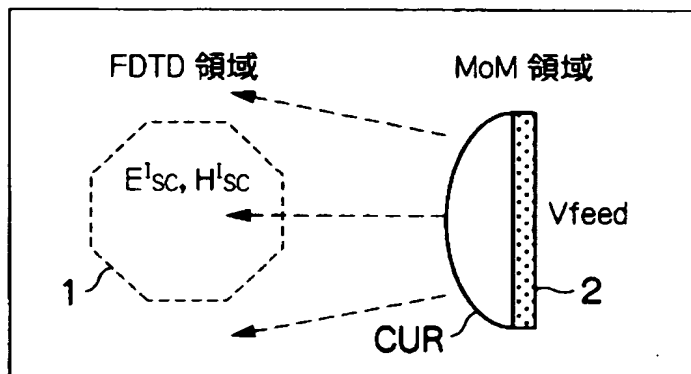
【図 2】



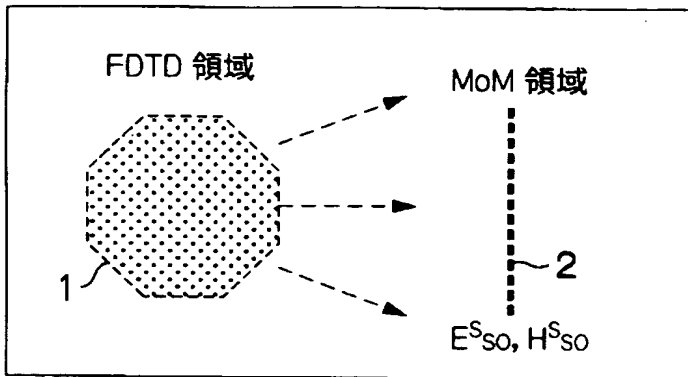
【図 3】



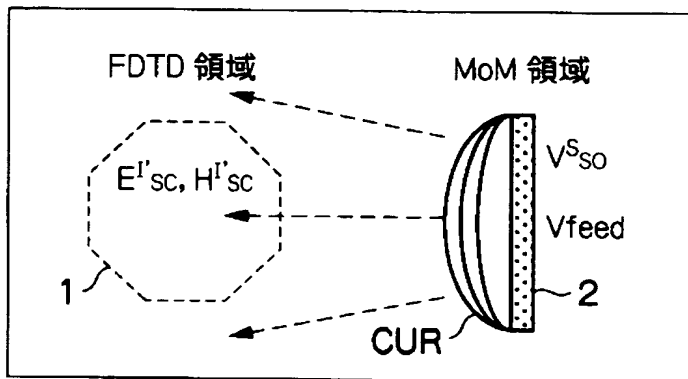
【図 4】



【図 5】



【図 6】



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** 電磁放射波源と散乱体との距離によらずに生体電磁環境を推定できる、演算が容易な生体電磁環境推定装置、方法及びプログラムを提供する。

**【解決手段】** 散乱体及び電磁放射波源のモデルデータや、電磁放射波源を含むM o Mの適用領域や、散乱体及びM o Mの適用領域を含む散乱界型F D T D法の適用領域を規定するデータなどを予め用意しておく。そして、電磁放射波源への給電電圧による電流分布をM o Mによって求め、得られた電流分布を用い、散乱体内の各格子に入射される入射電磁界を求め、得られた入射電磁界から、散乱体からの散乱電磁界を散乱界型F D T D法によって求め、得られた散乱電磁界から、電磁放射波源の各セグメントに誘導される起電力を求め、さらに、誘導起電力をも考慮して、電流分布を再び求める。散乱体内の各格子への入射電磁界などが収束するまで上記処理を繰り返す。

**【選択図】** 図 1

特願 2003-277626

出願人履歴情報

識別番号

[301022471]

1. 変更年月日

2001年 4月 2日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都小金井市貫井北町4-2-1

氏 名

独立行政法人通信総合研究所